

콩의 葉-莢 比率 조절에 따른 炭素와 窒素의 轉流

成樂春* · 姜炳華* · 朴世浚*

Carbon-Nitrogen Transport in Response to Control of Leaf-Pod Ratio in Soybean

Rak Chun Seong* · Byung Hwa Kang* and Sei Joon Park*

ABSTRACT : Effects of translocation on seed yield and carbon-nitrogen compounds at five leaf-pod ratios of soybean [*Glycine max.*(L.)Merr.] culti bars, 'Paldalkong', 'Baekunkong', and 'Danyeobkong' were measured. The upper 50 and lower 50% of leaves and pods were subjected to treatments at growth stage R3. Three soybean cultivars showed the similar trends on changes in dry matter accumulation and on the contents of soluble sugar, starch and protein in seeds among the treatments. Mean stem dry weight was increased with upper leaf-lower pod and lower leaf-upper pod removals, and decreased with upper leaf and lower leaf removals. Leaf dry weight was appeared higher at the upper leaves among the treatments. Seed numbers and dry weights were decreased with leaf and leaf-pod removals, and were higher in lower part of the plants. Soluble sugar and starch contents in seeds were also showed slightly higher in lower part. Protein content of seeds was decreased in upper part with upper leaf removal and in lower part with lower leaf removal, however, that of the upper seeds was the highest with lower leaf removal. The results of this study are assumed that carbon and nitrogen compounds were translocated opposite directions and protein source was weak in remobilization for the long distance transport during the reproductive growth period of soybean plants.

Key word : Soybean, Leaf removal, Pod removal, Stem dry weight, Leaf dry weight, Seed dry weight, Soluble sugar, Starch, Protein

작물의 葉에서 生産된 同化物質이 줄기를 통하여 種實로 轉流 및 分配는 收量決定에 매우 중요한 要素이다. 콩의 生殖生長期동안에는 營養生長期와는 달리 種實에 의한 同化物質의 吸收가 다른 줄기에서도 이루어진다 하였는데⁷⁾, 이는 肥大 중인 種實에 需要가 급격히 增加되어 더 많은 同化物質을

要求하기 때문에²¹⁾ 長距離 轉流가 가능하게 된다⁷⁾.

McAlister와 Krober¹⁵⁾는 두 品種의 콩을 葉除去處理하여 種實收量이 減少됨을 보고하였고^{4,11)}, Openshaw등¹⁷⁾은 66% 莢除去로 平均種實重은 增加시켰으나 種實收量은 減少되었다 하였다⁹⁾. Fehr 등⁶⁾은 葉除去에 의한 콩의 收量減少는 無限伸育型

* 이 研究는 1990年度 韓國科學財團 研究費 支援에 依해 遂行된 結果임.

* 高麗大學校 食糧資源學科 (Dept. of Agronomy, Korea University, Seoul 136-701, Korea)

〈'94. 9. 30 接受〉

에서보다 有限伸育型에서 컸다 하였고, 같은 伸育型的 品種들은 收量減少에 같은 傾向을 나타냈다 하였다⁹⁾. 이와같이 source와 sink의 比率를 변경하기 위한 葉 및 莢除去¹³⁾, 花芽除去¹⁰⁾, 莢除去^{1,22)} 및 遮光⁵⁾處理는 콩의 同化物質 轉流 및 分配와 老化狀態^{2,16)}의 研究에 많이 報告된바 있다.

콩의 種實化學成分은 蛋白質, 脂肪 및 炭水化合物含量的 順序로 構成되어 있는데³⁾, Lawn과 Brun¹⁴⁾은 種實의 蛋白質含量이 葉除去로 減少되었고 莢除去로 增加되었다 하였고¹⁵⁾, Schonbeck 등¹⁸⁾도 莢除去로 增加되었다 하였다^{11,12,17)}. 種實의 기름含量은 Hicks와 Pendleton¹¹⁾은 莢除去로 減少를 보였으나^{15,17)}, 葉除去로는 일정한 傾向이 없었다 하였다¹⁵⁾. 그러나 總糖含量에 있어서는 葉除去處理로 減少를 나타냈으나 莢除去에서는 일정한 傾向을 발견할 수 없었다 하였다¹⁵⁾.

本 試驗은 콩 品種들의 生殖生長期에 葉除去 및 莢除去處理하여 生育段階別, source와 sink에 대한 乾物蓄積과 可溶性 糖, 澱粉, 기름 및 蛋白質含量을 調査하여 同化物質의 轉流 및 分配에 대한 基礎資料를 提供하고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1990年과 1991年에 高麗大學校 自然資源大學 德沼 實驗農場에서 實施되었다. 供試品種은 콩 有限伸育型的 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩으로 1990년에는 5月 29日 그리고 1991년에는 5月 20日에 60×30cm, 1株 2本の 栽植密度로 播種하였으며 試驗圃場의 管理는 標準栽培法에 따랐다. 세 品種 모두 出現 後 1株 1本으로 숙기作業을 實施하였다. 處理는 着莢始(R3)에 莢數를 基準으로 上部 50%와 下部 50%로 區分하여 1. 對照區, 2. 上葉除去, 3. 下葉除去, 4. 上葉-下葉除去 및 5. 下葉-上葉除去의 5水準을 두었다(그림1). 試驗區는 品種別 亂塊法 3反覆으로 配置하였다. 새로 發生되는 葉과 莢은 數日間隔으로 調査하여 계속해서 除去하였다.

試料의 採取는 品種別 處理別로 種實肥大始(R5), 種實肥大期(R6), 成熟始(R7:生理的 成熟

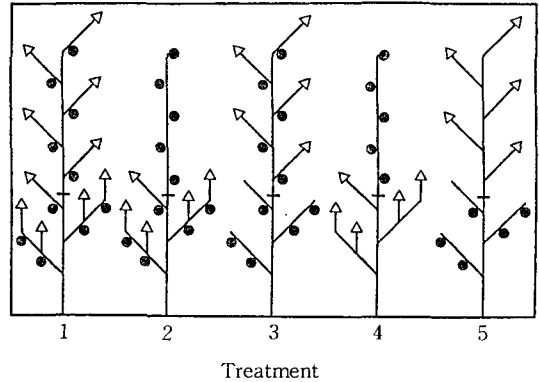


Fig. 1. Leaf and pod removal methods of five treatments.

(1. Control, 2. 50% upper leaf removal, 3. 50% lower leaf removal, 4. 50% UL-lower pod removal, and 5. 50% LL-upper pod removal.)

期) 및 成熟期(R8)에 5個體를 3反覆으로 實施하였다. 生育段階別 試料採取日은 八達콩은 다른 두 品種에 비하여 2週정도 빨랐고 白雲콩과 短葉콩은 비슷하였다. 成熟始(R7)에 葉의 老化程度는 對照區에 비하여 處理2와 3은 빨랐고 處理4와 5는 늦어서 늦게까지 綠體로 維持되었다. 試料의 採取중 落葉, 落莢 및 不完全莢은 除外되었다. 採取된 試料는 品種別, 處理別, 反覆別로 줄기, 葉(葉柄 포함), 莢 및 種實로 分離하여 生體重을 秤량하고 75℃ 恒溫器에서 48時間 乾燥시킨후 乾物重을 調査하였다. 乾燥된 葉과 種實은 Udy cyclon miller를 利用하여 粉碎한 후 成分分析을 實施하였다.

可溶性 糖과 澱粉含量은 Anthrone method를 이용하여 Milton Roy의 Spectronic 1201에 의한 O.D. 값을 구한 후 glucose standard curve에 代入하여 구하였다. 蛋白質含量은 A.A.C.C.의 Boric acid modification micro-Kjeldahl method에 따라 全窒素含量을 구하고 factor 6.25를 곱하여 算出하였다. 기름含量은 A.A.C.C.의 crude fat in wheat and soy flour, Feeds and cooked feeds method에 따라 Soxhlet法으로 定量한 후 다음 式으로 구하였다.

Crude fat(%)

$$= (\text{weight of fat} / \text{weight of sample}) \times 100$$

蒐集된 成績의 分析은 PC용 SAS package를

利用하여 實施하였다.

結果 및 考察

콩 品種 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩의 1990年度와 1991年度에 栽培된 다섯處理의 平均 줄기乾物重은 表 1에 나타난 바와 같다. 콩 種實肥大期(R6)와 成熟始(R7)의 5個體 平均 줄기乾物重은 處理別 세 品種 모두 같은 傾向을 나타냈다. 處理別 平均 줄기乾物重은 處理5의 50% 下葉 및 上莢除去와 處理 4의 50% 上葉 및 下莢除去에서 높았고 對照區는 中間이었으며 處理3의 50% 下葉除去와 處理2의 50% 上葉除去는 낮았다. 이같은 結果는 黃金콩의 結果¹⁹⁾와 같았고 Schonbeck 등¹⁸⁾은 莢除去는 乾

物蓄積의 變更을 가져왔다 하였는데 이는 種實로 轉流되지 못한 同化物質이 줄기에 蓄積되어 있기 때문으로 推定된다. 콩의 種實肥大始(R5)와 種實肥大期(R6)의 平均 葉乾物重(表 2)도 세 品種 모두 같은 傾向을 보였다. 處理別 平均 葉乾物重은 下葉 및 上莢除去(處理5)의 上葉이 가장 높았다. 對照區에서는 下部葉의 平均 葉乾物重이 높은 傾向을 보였으나 上葉除去(處理2)와 下葉除去(處理 3)에서도 上部葉의 平均 葉乾物重이 높아 生殖生長期에는 上部葉의 生育이 왕성함을 나타냈다. Kollman 등¹²⁾도 莢除去는 줄기乾物重과 葉乾物重을 增加시켰다 하였다¹⁵⁾.

콩 세 品種의 種實肥大期(R6)와 成熟始(R7)에 5個體 平均 種實數는 表 3과 같다. 平均 種實數 또 한 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩이 같은 傾向을 나타

Table 1. Mean stem dry weight of five treatments at growth stage R6 and R7 of three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
----- g /5 plants -----										
1. Control	17.8	32.0	24.9	53.5	81.5	67.5	38.8	86.3	62.5	51.6
2. 50% upper-leaf removal	15.3	28.3	21.8	58.8	61.8	60.3	38.8	60.5	49.6	43.9
3. 50% lower-leaf removal	19.3	23.3	21.3	59.5	73.5	66.5	34.3	66.0	50.1	46.0
4. 50% UL-lower-pod removal	20.0	30.5	25.3	55.3	84.3	69.8	57.9	91.8	74.8	56.6
5. 50% LL-upper-pod removal	18.5	37.5	28.0	57.0	96.1	76.6	54.3	95.0	74.7	59.8
LSD 0.05	3.2	2.9	3.1	5.2	4.1	4.5	5.1	5.4	5.3	4.3

Table 2. Mean leaf dry weight of five treatments at growth stage R5 and R6 of three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
----- g /5 plants -----										
1. Upper	11.3	16.0	13.6	24.3	38.3	31.3	17.0	36.3	26.6	23.8
Lower	11.8	14.2	13.0	29.0	40.3	34.6	23.3	39.0	31.2	26.3
2. Lower	12.3	15.0	13.7	35.5	32.5	34.0	24.0	35.3	29.6	25.8
3. Upper	14.2	14.8	14.5	32.0	41.5	36.8	22.5	38.8	30.6	27.3
4. Lower	16.0	19.0	17.5	32.3	42.8	37.6	28.0	51.0	39.5	31.5
5. Upper	17.0	22.3	19.6	39.3	47.5	43.4	23.5	56.8	40.1	34.4
LSD 0.05	3.5	3.0	3.3	3.8	5.7	4.8	5.2	5.3	5.3	4.7

Table 3. Mean seed number of five treatments at growth stage R6 and R7 of three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
----- No. /5 plants -----										
1. Upper	168.3	235.8	202.0	330.3	470.3	400.3	272.0	574.3	423.1	341.8
Lower	201.5	343.0	272.3	473.3	657.0	565.1	352.3	648.5	500.4	445.9
2. Upper	141.3	105.0	123.1	137.3	196.5	166.9	163.5	207.0	185.3	158.4
Lower	179.5	295.3	237.4	475.5	632.8	554.2	345.3	581.0	463.1	418.2
3. Upper	217.0	234.5	225.8	390.0	464.8	427.4	369.0	568.5	468.8	374.0
Lower	191.3	190.8	191.0	316.5	191.3	253.9	321.0	243.3	282.1	242.3
4. Upper	152.0	111.5	131.8	156.3	270.5	213.4	351.3	370.8	361.0	235.4
5. Lower	241.0	214.3	227.6	258.0	343.5	300.8	426.3	468.3	447.3	325.2
LSD 0.05	49.3	50.9	50.1	58.9	70.5	64.7	54.5	70.0	62.3	59.0

Table 4. Mean seed dry weight of five treatments at growth stage R6 and R7 of three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
----- g /5 plants -----										
1. Upper	10.5	19.5	15.0	34.0	49.3	41.6	19.3	50.8	35.0	30.5
Lower	12.3	31.3	21.8	53.3	79.8	66.5	26.8	63.8	45.3	44.5
2. Upper	7.3	3.2	5.3	10.3	12.3	11.3	12.3	12.3	12.3	9.6
Lower	8.5	19.0	13.8	52.0	70.8	61.4	30.5	66.3	48.4	41.2
3. Upper	12.3	13.5	12.9	38.0	44.3	41.2	27.3	47.5	37.4	30.5
Lower	8.3	13.3	10.8	22.2	12.0	17.1	21.8	18.3	20.0	16.0
4. Upper	10.5	3.5	7.0	9.8	25.5	17.6	19.0	20.8	19.9	14.8
5. Lower	13.0	13.3	13.1	26.0	30.0	28.0	31.0	24.8	27.9	23.0
LSD 0.05	2.7	3.5	3.1	6.9	10.9	8.9	6.2	9.1	7.7	6.6

났다. 處理別 平均 種實數는 對照區에 비하여 모든 處理에서 낮았다. 그러나 部位別로 보면 上部의 平均 種實數는 對照區에 비하여 上葉除去(處理2)는 46%였고 上葉 및 下莢除去(處理4)는 69%를 나타냈으나 下部의 平均 種實數는 下葉除去(處理3)로 54%였고 下葉 및 上莢除去(處理5)는 73%를 나타내어 同化物質의 轉流에 있어서 部分이든 全體이든 下部에서 강했다. Fehr 등⁶⁾도 葉除去는 種實數를 減少시켰다고 하였다. 콩 5個體의 平均 種實重도 平均 種實數와 같은 傾向을 보였다(表 4). 平均 種實重은 對照區에 비하여 上部에서 上葉除去는 31%였고, 上葉 및 下莢除去는 49%를 나타낸 반면, 下部의 平均 種實重은 下葉除去로 36%와 下葉 및 上莢除去는 52%를 나타내어 種實重에 있어서

도 種實數와 같이 上部에서 下部로의 同化物質 轉流가 活性的이었다(그림 2). Lawn과 Brun¹⁴⁾은 葉除去時 種實收量이 減少되었다 하였고⁸⁾, Openshaw 등¹⁷⁾은 莢除去는 種實收量은 減少되었으나 平均 種實重은 增加되었다 하였으며, Gent⁷⁾는 長距離 轉流의 경우 種實收量의 減少를 가져왔다 하였다.

콩 種實의 可溶性 糖含量은 八達콩과 白雲콩에서만 統計의 有意性을 보였다(表 5). 그러나 一般的으로 下部種實의 可溶性 糖含量이 높았다. 處理別로는 上部에서 下部로 轉流된 下葉 및 上莢除去에서 下部에서 上部로 轉流된 上葉 및 下莢除去보다 두 品種 모두에서 높아 可溶性 糖이 同化物質의 轉流에 活性的임을 나타냈다. 澱粉含量(表 6)은 對

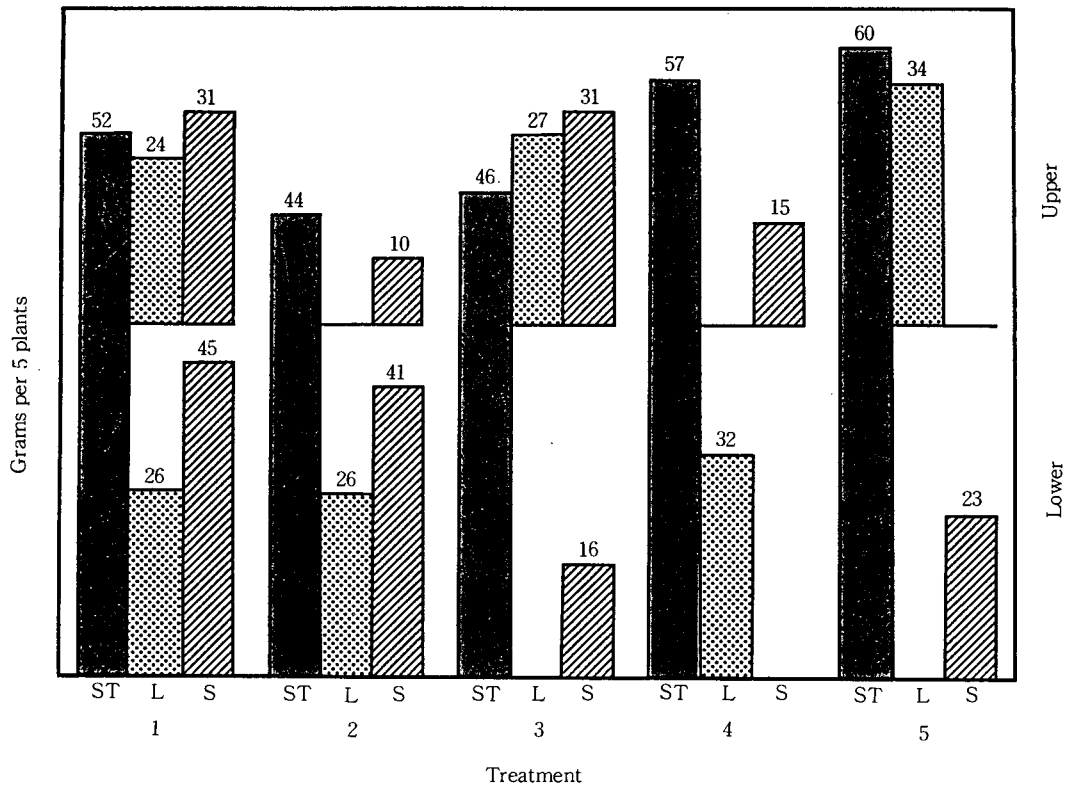


Fig. 2. Mean stem(ST), leaf(L) and seed(S) dry weight of five treatments for three soybean cultivars.

Table 5. Seed soluble sugar content of five treatments for three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
----- % -----										
1. Upper	5.6	8.5	7.1	7.2	7.4	7.3	6.0	7.5	6.8	7.0
Lower	7.4	8.5	8.0	6.6	7.2	6.9	6.4	7.6	7.0	7.3
2. Upper	5.7	7.4	6.6	7.0	6.7	6.9	6.0	6.2	6.1	6.5
Lower	6.0	8.2	7.1	7.9	7.1	7.5	5.5	7.2	6.4	7.0
3. Upper	5.3	5.3	5.3	6.6	6.7	6.7	6.7	5.9	6.3	6.1
Lower	5.6	6.4	6.0	7.7	6.5	7.1	6.2	5.7	6.0	6.4
4. Upper	4.9	4.9	4.9	7.5	7.2	7.4	6.7	5.7	6.2	6.2
Lower	5.1	7.5	6.3	8.3	8.6	8.5	6.8	6.4	6.6	7.1
LSD 0.05			1.2			1.1			NS	1.1

照區의 上部種實에서 가장 낮았고 白雲콩과 短葉콩의 下部種實에서 높은 傾向을 보여 可溶性 糖含量과 비슷한 結果를 나타냈다. 콩 種實의 기름含量(成績省略)은 品種別 處理間의 差異가 나타나지

않아 Hicks와 Pendleton¹¹⁾의 花芽除去로 種實기름含量에 差異가 없었다는 結果와 같았다¹⁵⁾.

콩 種實의 蛋白質含量은 表 7에 나타난 바와같이 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩 모두 處理間 有性을

Table 6. Seed starch content of five treatments for three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
	----- % -----									
1. Upper	6.6	3.7	5.2	4.4	3.9	4.2	5.4	3.3	4.4	4.6
Lower	5.7	4.4	5.1	6.9	5.1	6.0	6.5	3.3	4.9	5.3
2. Upper	6.5	3.5	5.0	6.9	3.5	5.2	5.7	5.1	5.4	5.2
Lower	5.9	3.8	4.9	6.9	6.1	6.5	5.8	6.1	6.0	5.8
3. Upper	5.7	5.0	5.4	6.4	6.7	6.6	5.5	3.1	4.3	5.4
Lower	5.2	4.8	5.0	6.9	6.6	6.8	6.3	3.9	5.1	5.6
4. Upper	6.3	6.0	6.2	6.3	6.2	6.3	6.3	6.8	6.6	6.4
5. Lower	5.7	6.8	6.3	6.5	6.3	6.4	6.7	6.7	6.7	6.5
LSD 0.05			NS			1.6			1.4	1.5

Table 7. Seed protein content of five treatments for three soybean cultivars planted in 1990 and 1991

Treatment	Paldalkong			Baekunkong			Danyeobkong			Mean
	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	1990	1991	Mean	
	----- % -----									
1. Upper	42.2	39.6	40.9	37.8	39.0	38.4	38.1	40.5	39.3	39.5
Lower	37.5	40.7	39.1	37.8	36.4	37.1	36.9	41.7	39.3	38.5
2. Upper	38.8	38.7	38.8	39.4	34.3	36.9	38.8	36.9	37.9	37.8
Lower	38.8	40.9	39.9	39.3	35.9	37.6	38.4	38.7	38.6	38.7
3. Upper	41.3	41.1	41.2	41.6	39.9	40.8	40.6	39.4	40.0	40.7
Lower	40.9	37.8	39.4	39.1	34.5	36.8	39.1	34.5	36.8	37.7
4. Upper	39.7	38.7	39.2	38.4	36.2	37.3	39.6	37.5	38.6	38.4
5. Lower	40.9	39.4	40.2	38.1	37.2	37.7	38.8	37.3	38.1	38.6
LSD 0.05			1.7			1.8			2.0	1.8

보였다. 下葉除去의 上部種實에서 蛋白質含量이 높았고 上葉除去의 下部種實에서도 높은 傾向을 나타냈다. McAlister와 Krober¹⁵⁾는 80% 葉除去는 種實 蛋白質含量이 減少되었고 莢除去는 增加시켰다하여 같은 傾向을 보였다. 그러나 長距離 轉流處理인 上葉 및 下莢除去와 下葉 및 上莢除去에서는 큰 差異가 없었다. Schonbeck 등¹⁸⁾은 40%가량 莢除去處理하여 種實 蛋白質含量에는 큰 差異가 없었으나 줄기 蛋白質含量은 어느 境遇나 매우 높게 나타났다 하였다. 따라서 黃金콩의 研究結果²⁰⁾에서와 같이 콩 品種들에 있어서 蛋白質은 初期에 下部에서 上部로 移動되지만 長距離 轉流를 위한 葉에서 種實로 再移動에 있어서는 그 活性이 弱한 것으로 評價된다.

摘 要

콩의 生殖生長期인 着莢始(R3)에 上部 50%와 下部 50%로 區分하여 葉除去 및 葉-莢除去處理하여 줄기, 葉 및 種實乾物重과 可溶性 糖, 澱粉 및 蛋白質含量에 미치는 影響을 究明하기 위하여 1990年과 1991年에 高麗大學校 自然資源大學 德沼農場에 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩을 供試하여 實施한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 八達콩, 白雲콩 및 短葉콩 모두 乾物蓄積과 可溶性 糖, 澱粉 및 蛋白質含量에 處理間 같은 傾向을 보였다.
2. 平均 줄기乾物重은 上葉-下莢除去와 下葉-上莢除去로 높았고 上葉除去와 下葉除去는 낮았다.

3. 葉乾物重은 處理中에서 上部葉이 높은 傾向을 나타냈다.
4. 種實數와 種實乾物重은 葉 및 葉-莢除去로 減少되었으나 下葉除去와 下葉-上莢除去의 下部에서 높았다.
5. 可溶性 糖과 澱粉含量도 處理중에서 下部種實에서 높은 傾向이었다.
6. 蛋白質含量은 上葉除去의 上部와 下葉除去의 下部에 減少되었으나 下葉除去의 上部種實에서 가장 높았다.

引用文獻

1. Ciha, A.J. and W.A. Brun. 1978. Effect of pod removal on non-structural carbohydrate concentration in soybean tissue. *Crop Sci.* 18:773-776.
2. Crafts-Bradner, S.J. and D.B. Egli. 1987. Sink removal and leaf senescence in soybean: cultivar effects. *Plant Physiol.* 85:662-666.
3. Dornbos, D.L.Jr. and M.B. McDonald, Jr. 1986. Mass and composition of developing soybean seeds at five reproductive growth stages. *Crop Sci.* 26:624-630.
4. Egli, D.B. and J.E. Leggett. 1976. Rate of dry matter accumulation in soybean seeds with varying source-sink ratios. *Agron. J.* 68:371-374.
5. _____, _____, and Audrey Cheniae. 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. *Crop Sci.* 20:468-473.
6. Fehr, W.R., C.E. Caviness, and J.J. Vorst. 1977. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. *Crop Sci.* 17:913-917.
7. Gent, Martin P.N. 1982. Effect of defoliation and depodding on long distance translocation and yield in Y-shaped soybean plants. *Crop Sci.* 22:245-250.
8. Goli, A. and D.B. Weaver. 1986. Defoliation responses of determinate and indeterminate late-planted soybeans. *Crop Sci.* 26:156-159.
9. Gwathmey, C.O, A.E. Hall, and M.A. Madore. 1992. Pod removal effects on cowpea genotypes contrasting in monocarpic senescence traits. *Crop Sci.* 32:1003-1009.
10. Heitholt, J.J., D.B. Egli, J.E. Leggett, and C.T. MacKown. 1986. Role of assimilate and carbon-14 photosynthate partitioning in soybean reproductive abortion. *Crop Sci.* 26:999-1004.
11. Hicks, D.R. and J.W. Pendleton. 1969. Effect of floral bud removal on performance of soybeans. *Crop Sci.* 9:435-437.
12. Kollman, G.E., J.G. Streeter, D.L. Jeffers, and R. B. Curry. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrients, carbohydrate, and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. *Agron. J.* 66:549-554.
13. Lauer, M.J. and R. Shibles. 1987. Soybean leaf photosynthetic response to changing sink demand. *Crop Sci.* 27:1197-1201.
14. Lawn, R.J. and William A. Brun. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. *Crop Sci.* 14:11-16.
15. McAlister, D.F. and O.A. Krober. 1958. Response of soybeans to leaf and pod removal. *Agron. J.* 50:674-677.
16. Mondal, M.H., W.A. Brun, and M.L. Brenner. 1978. Effects of sink removal on photosynthesis and senescence in leaves of soybean plants. *Plant Physiol.* 61:394-397.
17. Openshaw, S.J., H.H. Hadley, and C.E.

- Brokoski, 1979. Effects of pod removal upon seeds of nodulating and nonnodulating soybean lines. *Crop Sci.* 19:289-290.
18. Schonbeck, M.W., F.C. Hsu, and T.M. Carlsen, 1986. Effect of pod number on dry matter and nitrogen accumulation and distribution in soybean. *Crop Sci.* 26:783-788.
 19. 成樂春, 박지희. 1993. 摘葉 및 除莢處理가 콩의 乾物蓄積에 미치는 影響. 韓作誌 38(4):324-329.
 20. 成樂春, 박지희. 1993. 摘葉 및 除莢處理가 콩의 同化物質 轉流에 미치는 影響. 韓作誌 38(5):377-382.
 21. Thorne, J.H. and H.R. Koller. 1974. Influence of assimilate demand on photosynthesis, diffusive resistances, translocation, and carbohydrate levels of soybean leaves. *Plant Physiol.* 54:201-207.
 22. Wittenbach, V.A. 1982. Effect of pod removal on leaf senescence in soybeans. *Plant Physiol.* 70:1544-1548.